

明 細 書

膜カートリッジ、膜分離装置及び膜分離方法

技術分野

- [0001] 本発明は加圧式又は吸引式のタンク型濾過装置、あるいは浸漬型濾過装置に装着される中空糸膜を用いた濾過カートリッジに関する。更に詳しくは、本発明は河川水、湖沼水、地下水、海水、生活排水、工場排水、下水二次処理水等の原水について除濁、除菌を行う濾過装置、あるいは活性汚泥の固液分離を膜で行う膜分離活性汚泥装置に用いられる中空糸膜カートリッジに関する。

背景技術

- [0002] 廃水処理方法の一つとして、活性汚泥槽に膜カートリッジを浸漬し、ろ過により活性汚泥と処理後の処理水の固液分離を行う膜分離活性汚泥法がある。この方法は活性汚泥濃度 (MLSS: Mixed Liquor Suspended Solid) を5000から20000mg/lと極めて高くしてろ過処理が行えるため、活性汚泥槽の容積を小さくできる、あるいは活性汚泥槽内での反応時間を短縮することができる利点を有する。また膜によるろ過のため、処理水中には浮遊物質 (SS: Suspended Solid) が混入せず最終沈殿槽が不要となり処理施設の敷地面積を減らすことができること、活性汚泥沈降性の良否を問わずろ過ができるため、活性汚泥管理も軽減されることなど多くのメリットがあり、近年急速に普及されている。
- [0003] 膜カートリッジに中空糸膜を用いる場合、膜自身の強度が高いため、原水中から混入する夾雑物との接触による膜表面へのダメージが少なく長期間の使用に耐えることができる。更にろ過方向とは逆方向に処理水等の媒体を噴出させて膜表面の付着物を除去する逆洗を行なえる利点を有する。しかし、中空糸膜同士の隙間に蓄積する活性汚泥の凝集物や原水から持ち込まれる夾雑物質を排除しながらろ過を行わないと、有効な膜面積が低下する。その結果、ろ過効率が低下するため、長期間の安定なろ過が出来ないという問題がある。
- [0004] 従来はこの中空糸膜表面及び中空糸膜間への汚泥等の蓄積を避けるために膜カートリッジの下部から空気等の曝気を行っていた。それにより膜の揺動効果と気泡の

上方への移動による攪拌効果から中空糸膜表面及び中空糸膜間の活性汚泥凝集物や原水から持ち込まれる夾雑物を剥離させ、それらの蓄積を防いでいた。例えば中空糸膜カートリッジの下部に下部リング(またはスカートともいう)を設置し、かつ下部リング側接着固定層に複数の貫通穴を設け、カートリッジ下部からの曝気により下部リングから突き出た下部リング端部内に気体溜まりを形成する。それによって複数の貫通穴より均等に気泡を発生させ、中空糸膜の外表面に堆積した懸濁物を剥離しやすくしていた(例えば特開2000-157846号公報参照)。

- [0005] しかしながら、膜分離活性汚泥法などの高濃度のMLSSをろ過処理する場合は、曝気による攪拌効果と膜の揺動効果で中空糸膜束間の汚泥を剥離させる効果はあるものの、気泡の上昇によって活性汚泥凝集物や夾雑物を押し上げる力が作用する。そして、カートリッジヘッド近傍の膜束内においては、これらが膜束外に抜け切らず、徐々に蓄積する。更に曝気量を増やすと中空糸膜間を通過する汚泥凝集物や夾雑物が増加する。結果としてカートリッジヘッド近傍の束内に汚泥堆積物や夾雑物より蓄積し、中空糸表面が目詰まりする問題がある。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] 本発明は、必要最小限の曝気量で、汚泥凝集物や夾雑物等の中空糸膜カートリッジへの蓄積を防止し、長時間安定な膜ろ過性能を有する膜カートリッジ、膜分離方法及び膜分離装置に関するものである。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明者らは、鋭意検討の結果、中空糸膜カートリッジについて下記の構造にすることで、下部リング部の下方より曝気した気泡がカートリッジヘッドまで外部に散逸することが極小となることを見出した。また、下記の構造にすることで、カートリッジヘッド近傍において一定間隔以上の中空糸膜束間が存在するため、汚泥凝集物や夾雑物が、カートリッジの中空糸膜間に蓄積せずに、カートリッジ外へ抜け出ることを見出し、本発明に至った。

- [0008] 即ち、本発明の構成は以下の通りである。

(1) 複数本の中空糸膜からなり両端部が接着固定層で接着固定された1つ又は複数

の中空糸膜束と、中空糸膜束の一方の端部外周に液密に固定されたカートリッジヘッドと他方の端部の外周に固定された下部リングとを有する中空糸膜カートリッジであって、

カートリッジヘッド側の端部において中空糸膜の中空部が開口し、下部リング側接着固定層内において中空糸膜の中空部が封止され、下部リング側接着固定層に複数の貫通穴が設けられ、貫通穴が中空糸膜束内に配置され、下部リングの端部が下部リング側接着固定層の端面より突き出しており、かつ、少なくとも一部の中空糸膜束はカートリッジヘッド側接着固定層において2つ以上の複数の小束に分割されている、

上記中空糸膜カートリッジ。

(2) 前記少なくとも一部の中空糸膜束は、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側接着固定層に向かう途中で、2つ以上の複数小束に分割されている、(1) 記載の中空糸膜カートリッジ。

(3) カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の小束は、各々の小束内においては最近接する中空糸膜同士間の距離が2mm未満であり、中空糸膜本数が10本以上1000本以下であり、最近接する小束同士の距離は2mm以上、100mm以下である、(1) 記載の中空糸膜カートリッジ。

(4) カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の各々の小束は1あるいは複数の同心円上に配置される、(1) 記載の中空糸膜カートリッジ。

(5) カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の同心円の中心部から外周部に向かう全ての方向において中空糸膜束が存在する、(4) 記載の中空糸膜カートリッジ。

(6) カートリッジヘッド側および下部リング側接着固定層のろ過部側界面を形成する樹脂の硬度(JISK6253、ISO7619に準じて測定)が、20A以上、90A以下である、(1) 記載の中空糸膜カートリッジ。

(7) 流入口を持った容器内部に、(1) から(6) のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジを垂直に配列し、ろ過及び／または逆洗中に下部リング側接着固定層にある複数の貫通穴を通過して中空糸膜を揺動せしめる気体を噴出する気体導入口を中空

糸膜カートリッジの下部リングの下方に設けた、膜分離装置。

(8)被処理原水を容器内に流入させて、容器内部に垂直方向に配列した(1)から(6)のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジの下部リングの下方より曝気を行いながら吸引ろ過、逆洗を行なうことを含む、膜分離方法。

発明の効果

[0009] 本発明による中空糸膜カートリッジおよび膜分離装置の運転により、中空糸膜の表面への汚泥の蓄積を防止し、長期間安定なろ過性能を安価に達成できる。

発明を実施するための最良の形態

[0010] 以下、図1により本発明に係わる中空糸膜カートリッジの実施形態の例を説明する。本中空糸膜カートリッジは複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束1(本発明の中空糸膜カートリッジにおいて中空糸膜束は一つでも複数でもよいが、この実施形態では一つとする。)と、中空糸膜束1の両端にカートリッジヘッド2と下部リング3とを有し、カートリッジヘッド側接着固定層4、及び下部リング側接着固定層5で中空糸膜を固定している。中空糸膜はカートリッジヘッド側の端部(カートリッジヘッド側接着固定層端面6)では開口し、下部リング側の端部(下部リング側接着固定層内)において中空糸膜の中空部が封止されている。下部リング3には、下部リング側接着固定層の端面よりも突き出た下部リング端部9が存在する。下部リング側接着固定層5には複数の貫通穴8が存在する。中空糸膜束1はカートリッジヘッド側接着固定層4において2つ以上の複数の小束10に分割されている。一般的に本発明の中空糸膜カートリッジにおいては、中空糸膜束はカートリッジヘッド側接着固定層以外の位置で2つ以上の複数の小束に分割されていても構わない。カートリッジヘッド2と下部リング3は側芯棒11により連結されている。中空糸膜のうち、両端の接着固定層に含まれない部分をろ過部12とし、カートリッジヘッド側接着固定層4のうち、ろ過部側に面した部分をカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面13、下部リング側接着固定層5のうち、ろ過部に面した部分を下部リング側接着固定層のろ過部界面14と定義する。

なお、本発明の中空糸膜カートリッジにおいては、上記したように中空糸膜束は一つでも複数でもよい。中空糸膜束が複数の場合には、その全てが複数の小束に分割されていてもよいし、複数の小束に分割されていないものを含んでいてもよい。中空

糸膜束が一つの場合には、その中空糸膜束は複数の小束に分割されているものとする(本実施形態における場合)。

- [0011] 下部リング側接着固定層にある複数の貫通穴を通過した気泡は中空糸膜に揺動を与えつつ、中空糸膜間の空隙をほぼ垂直に上昇する。しかし、カートリッジヘッド側接着固定層近傍では中空糸膜の振幅も小さく、空隙が少なくなり、気泡は上昇できず円周方向に拡散しカートリッジ外に抜ける。膜の充填率を高め、中空糸膜同士の間隔が小さい場合は、汚泥中に含まれる固形物や繊維状物、汚泥の堆積物が通り抜けることができず、中空糸膜間に留まり、ろ過面積を低減させ、ろ過を困難にする。
- [0012] 中空糸膜の充填率を高めつつ、かつ汚泥蓄積物を除去し易くするには、カートリッジヘッド側接着層近傍の中空糸膜の密集度合いに疎な部分を作り、汚泥蓄積物が抜ける流路を設けることが必要である。即ち中空糸膜を2つ以上の複数の小束に分け、中空糸膜束間を曝気気泡及び汚泥蓄積物の流路とする構造が有効である。
- [0013] また、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側接着固定層に至るまでの間で中空糸膜を2つ以上の複数の小束に分けることは、下部リングの下方からの曝気がカートリッジ外に散逸することを防ぎ、洗浄効果が向上し好ましい。中空糸膜は下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側接着固定層の間においては互いに複数の交絡を形成することで、曝気による揺動の効果がより大きくなり、かつカートリッジ外への散逸を防ぐことができるため好ましい。
- [0014] カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の小束は、各々の小束内において、最近接する中空糸膜同士間の距離が好ましくは2mm未満、より好ましくは1mm未満の中空糸膜間であることが中空糸膜面積を増加でき、膜カートリッジの濾過水量を向上できるため好ましい。ここでいう中空糸膜同士間の距離とは中空糸の最外表面同士の距離をいう。また、小束を形成する中空糸膜本数は好ましくは10本以上1000本以下であり、より好ましくは20本以上300本以下である。これらの範囲において特に中空糸膜間に汚泥凝集物や夾雑物の蓄積が少なくなる。最近接する小束同士の距離は好ましくは2mm以上、100mm以下、より好ましくは、3mm以上、30mm未満である。この範囲において特に汚泥や夾雑物の蓄積がなく、中空糸膜の充填率を高くでき、ろ過水量を増加させることができる。ここでいう小束同士の

距離とは互いの小束に含まれる中空糸膜の最外表面の距離の中でもっとも近い距離をいう。

- [0015] カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の各々の小束は1あるいは複数の同心円上に配置されるた構造とすると曝気気泡を円周方向において均等に排出させることができるため、最小限の曝気量で汚泥堆積物排除の効果が発揮される。
- [0016] また、カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の同心円の中心部から外周部に向かう全ての方向において中空糸膜束が存在すること、(即ちカートリッジ外側からカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の中心部が見えないこと、或いは同心円の中心から外周方向に任意の線を引いた際、全ての場合で中空糸膜の束を通過することと同意)でカートリッジの中心部から外周部へ向かう一部の方向に曝気の流れが偏ることもなくなり、均等に汚泥堆積物、夾雑物を排除することができる。
- [0017] 小束に含まれる中空糸膜の本数は上記の範囲であれば、各々が同じであっても、異なっても構わないが、全小束において小束に含まれる中空糸膜の本数が同数であるか、及び／または同心円上における各小束の配列間隔が均等であることが、汚泥堆積物を均一に排出する上で好ましい。
- [0018] 中空糸膜束(小束)の形状は円形、楕円、多角形等いずれの形でもよいが全小束は同形状であるか、そうでなくとも、同一円周上の小束は全て同形状であることが汚泥堆積物を均一に排出する上で好ましい。
- [0019] 一方、下部リング側接着固定層の中空糸膜の集合状態は単一の束構造または複数の小束に分割されてもよいが、特に単一の束において曝気した気泡がカートリッジヘッドまで散逸しにくいいため好ましい。
- 中空糸膜束が2つ以上の複数の束に分割される場合は、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側固定層の間において中空糸膜の交絡があることが、曝気の気泡がカートリッジ外部に散逸しない点で好ましい。
- [0020] 以下、図2により本発明に係わる中空糸膜カートリッジを用いた膜分離装置の実施形態の例を説明する。

図2において、中空糸膜カートリッジ18は、中空糸膜が集合した複数の中空糸膜束

1、カートリッジヘッド2、および下部リング3から構成されている。束ねられた中空糸膜束1の一方の端部は、接着剤により中空糸膜同士が一体的に結合されるとともにカートリッジヘッド側固定層4内に一体的に結合されている。そして、カートリッジヘッド2の処理水出口20側端面における中空糸膜は端部が開口されている。中空糸膜の他方の端部は、接着剤により中空糸膜同士が一体的に結合され、下部リング側接着固定層14が構成されているが、中空糸膜の端部は封止されている。そして、下部リング側接着固定層5には、原水及び洗浄用の気体を中空糸膜束の内部に導入し、中空糸膜外周面に効果的に接触させるための複数の貫通穴8が形成されている。

[0021] 中空糸膜カートリッジ18の直径は、30mm〜800mmが好ましく、より好ましくは、100mm〜800mmに適用される。中空糸膜カートリッジの長さは、300mm〜3000mmの範囲が好ましい。

[0022] 本発明では曝気時の下部リングの上昇やねじれを防止する目的で、カートリッジヘッド側接着固定層4と下部リング側接着固定層5とを棒、パイプ、板、鎖、紐、ネットのいずれかである側芯棒11により連結固定する。特に棒、またはパイプが好ましく、用いる材質は、金属または樹脂が好ましい。これら棒やパイプの形状は任意であるが、円柱状であることが好ましく、鋭角な角をもつ形状は中空糸膜が繰り返し接触した際に損傷を起こす可能性があり適さない。太さは用いた材質の変形に対する強度を勘案して決めることが好ましい。また連結に用いるパイプや棒の硬度が高い場合、表面を低硬度の樹脂等で被覆することで中空糸膜がこれら棒に繰り返し接触した際の損傷を防ぐことができるため好ましい。

[0023] 本発明に用いられる中空糸膜の孔径は特に限定されず、逆浸透膜、及び、限外ろ過膜から精密ろ過膜まで用いることが出来る。また、中空糸膜の素材は、特に限定されず、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリロニトリル、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミド、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ-4メチルペンテン、セルロース、酢酸セルロース、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体、ポリテトラフルオロエチレン等が挙げられる。またはこれらの複合素材膜も使用できる。また、中空糸膜の形状としては、内径50 μ m〜3000 μ mで、内／外径比が0.3〜0.8の範囲の膜が好適に使

用出来る。

[0024] 本発明の中空糸膜カートリッジのカートリッジ側接着固定層及び下部リング側接着固定層は、以下に例示される材料からなる接着剤により構成される。接着剤としては、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、エポキシアクリレート樹脂、シリコン樹脂等の高分子材料が挙げられる。

[0025] カートリッジヘッド側及び下部リング側接着固定層のろ過部界面の樹脂硬度は20A以上、90A以下が好ましく、より好ましくは20以上、70A以下である(樹脂硬度の測定方法はJISK6253、ISO7619に準じる。本明細書における以下の記載においても同様)。20A以下では硬度不足により、長期にわたり形状を保つことができない。90Aより高い場合は中空糸膜が揺動した際の歪応力を緩和できず中空糸膜が破断する可能性がある。従って、低硬度の樹脂を接着剤に用いる他、一段目に接着した固定層の上に低硬度の樹脂を接着することで好ましい界面の樹脂硬度に調整することができる。例えばエポキシ樹脂で接着固定層を形成した後にシリコン樹脂をエポキシ樹脂の上に接着させる、またはウレタン樹脂で接着固定層を形成した後に硬度の低いウレタン樹脂をウレタン樹脂の上に接着させるなどにより、界面の樹脂硬度を調整することができる。接着方法としては、遠心接着法や静置接着法等の公知の方法が用いられる。接着剤の硬化収縮や強度を改善したい場合は、上記接着剤にガラスファイバー、カーボンファイバー等の繊維状物、カーボンブラック、アルミナ、シリカ等の微粉体を含有させても良い。

[0026] 本発明に用いられるカートリッジヘッド2及び下部リング3の素材は、特に限定されず、また、同一でも異なってもよいが、熱可塑性樹脂やステンレス鋼が好ましく用いられる。カートリッジヘッド2は、中空糸膜カートリッジ18を容器内に懸垂する際の固定部にもなりうるため、カートリッジヘッドの形状は懸垂・固定の構造に合わせて作製される。例えば、外周部に段差や溝を設けたり、あるいはネジ溝を設けてもよい。容器内への懸垂方法には、タンクを上下に隔離する隔離板に固定するタンク方式、主配管から分岐させた枝配管に固定するラック方式等があるが何れも好適に本発明のカートリッジを適用できる。

[0027] 下部リング側接着固定層5に設けられた貫通穴8は、接着固定層自体に開けられた

穴で、貫通穴の大きさは、相当直径が2mm〜30mmの範囲が好ましい。貫通穴の形状は、三角形、四角形、六角形等の多角形、円形、楕円形、扇形、C字型または星形など任意の形状が選ばれる。また、その穴数は、カートリッジの断面積や糸本数にもよるが、2〜300個開口させることが好ましい。貫通穴の位置は、接着固定層断面のたとえば、多重円と放射状線との交点、格子の交点、あるいは、多数の正三角形の頂点の位置など、接着固定層断面に均等に分散して設けることが好ましい。

[0028] 本発明では、下部リング3は、下部リング端部9として図示されるように、下部リング側接着固定層の端面より下方に突き出して中空糸膜束外周に固定されることが好ましい。端面から突き出した長さは、カートリッジの直径や、供給される気体量や、貫通穴の径と数によるが、下方からの気体の散逸を防ぐためには5mm〜300mmであることが好ましい。300mm以下の場合カートリッジの全長にわたり無駄なスペースが少ないので好ましい。5mm以上の場合、カートリッジに供給された気体が有効に貫通穴へ導かれ、横方向に散逸しないため好ましい。

[0029] 曝気用気体噴出口19から噴出した気体が下部リング側接着固定層5にある複数の貫通穴8から均一に通過するためには、曝気用気体噴出口19から噴出した気体が下部リング3において下方に突き出したスペースに気体溜まり部を形成し、その気体溜まりから各貫通穴に気体が供給されることが必要である。気体溜まり部の厚さは好ましくは30mm以上、より好ましくは50mm以上である。曝気用気体噴出口19の位置は形成される気体溜まり部の厚さを勘案して決めることが好ましい。曝気用気体噴出口19には、曝気用気体導入管21が接続され、気泡が下部リング3の下方に突き出したスペース内に供給される。

[0030] 本発明におけるカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面13の中空糸膜束1の配列は図3の例に示すように(a)のように中空糸膜束が不規則でもよいが、(b)のように同心円上に配列した方が好ましい。(c)、(d)のように中空糸膜束の形状が円形でなくてもよい。また(d)、(e)のように中空糸膜束の大きさが等しくなくてもよい。

[0031] カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面13の中心部に中空糸膜を配置しない部分を設けることが好ましい。それにより、下部リング側接着固定層5の貫通穴8を通過した気体が、カートリッジヘッド2近傍に到達するまでカートリッジ外周部に散逸

しにくく、且つカートリッジヘッド近傍で外周部に散逸するため、汚泥の付着し易いカートリッジヘッド近傍の汚泥付着を防ぐことができる。

[0032] 本発明の実施例を以下に説明するが、それによって本発明が限定されることはない。

(実施例1)

複数の中空糸膜の両端をウレタン樹脂で接着固定し、一方の端部外周に液密に接着固定されたカートリッジヘッドと他方端部外周に液密に接着固定された下部リングとを有し、膜面積 25m^2 の円筒形の中空糸膜カートリッジを作成した。中空糸膜は、ポリフッ化ビニリデン製の細孔径 $0.1\mu\text{m}$ の精密ろ過膜で、外径 1.4mm 、内径 0.8mm 、カートリッジヘッド側、及び下部リング側接着固定層のろ過部界面間の有効長が 2000mm であった。中空糸膜の両端の接着固定層の直径は約 150mm であった。

[0033] カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を1つの小束当たり1100本中空糸膜を束ね、小束の数を3束とし、図4(a)に示すような配列とした。小束同士の間隔は 3mm であった。小束を図4(a)の通り配列させるため、樹脂製の板に穴を開けた多穴板を作成し、カートリッジヘッド内部に該多穴板を設置し、各々の小束を多穴板に通してカートリッジヘッド内に固定した後接着した。一方、下部リング側接着固定層は中空糸膜を単一の束にした状態で接着固定した。その際に直径 11mm の貫通穴を中空糸膜束内に24穴空けた。接着はウレタン樹脂(サンユレック社製、SA-6330系、硬化後の硬度:98A)を使用し、遠心接着を行なった後に、ウレタン樹脂(サンユレック社製、SA-6330系、硬化後の硬度:56A)を中空糸膜の接着部と非接着部の界面に静置接着で固定化させた。

[0034] 遠心接着の際、カートリッジヘッド側接着固定層と下部リング側接着固定層とを、SUS304製の外径 13mm のパイプに塩化ビニリデン製フィルムを被覆したものを2本用いて連結固定化した。

下部リングの側面より曝気用気体導入管を挿入し、下部リング側接着固定層より 20cm 下部で、水平方向において下部リングのほぼ中心部に直径 2cm の曝気用気体噴出口を上向きに設置した。

[0035] 本発明の膜分離装置を 8m^3 の容積の活性汚泥槽に浸漬し、カートリッジヘッドとろ

過水配管を接続し、活性汚泥槽に固定した。

本発明の膜分離装置に曝気用気体導入管から $6\text{Nm}^3/\text{hr}$ の空気を曝気しつつ、吸引ポンプで膜ろ過流が $0.6\text{m}^3/\text{膜面積m}^2/\text{日}$ となる様に吸引ろ過した。この時の膜間差圧は、 $-15\sim-20\text{kPa}$ で3ヶ月間安定であった。評価期間の活性汚泥槽の濃度MLSSは、平均 $10000\text{mg}/\text{l}$ であり、平均温度は 25°C であった。活性汚泥の原水には、平均BODは $150\text{mg}/\text{l}$ 、SSが $160\text{mg}/\text{l}$ である都市下水を用いた。

[0036] 3ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は 3.23kg であり、付着量が少ないことがわかった。この重量は湿潤状態の中空糸膜において使用前後のカートリッジの重量測定を行い、重量差を汚泥付着物或いは夾雑物の重量と定義した。

[0037] (実施例2)

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を1つの小束当たり110本中空糸膜を束ね、小束の数を30とし、小束同士の間隔は 1.5mm とした。図4(b)に示すような配列とした以外は実施例1と同様に膜分離装置を作製した。

また実施例1と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、 $-15\sim-20\text{kPa}$ で3ヶ月間安定であった。3ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は 2.53kg であり、付着量が少ないことがわかった。

[0038] (実施例3)

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を1つの小束当たり110本中空糸膜を束ね、小束の数を30とし、小束同士の間隔は 2.0mm とした。図4(c)に示すような配列とした以外は実施例1と同様に膜分離装置を作製した。

また実施例1と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、 $-15\sim-20\text{kPa}$ で3ヶ月間安定であった。3ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は 2.03kg であり、付着量が少ないことがわかった。

[0039] (実施例4)

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を1つの小束当たり11

0本中空糸膜を束ね、小束の数を30とし、小束同士の間隔は3.0mmとした。図4(d)に示すような配列とした以外は実施例1と同様に膜分離装置を作製した。

また実施例1と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、 $-15 \sim -20$ kPaで3ヶ月間安定であった。3ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は1.23kgであり、付着量が少ないことがわかった。

[0040] (実施例5)

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を1つの小束当たり110本中空糸膜を束ね、小束の数を30とし、小束同士の間隔は3.0mmとして、各々の小束を同心円上に配列した。図4(e)に示すような配列とした以外は実施例1と同様に膜分離装置を作製した。

また実施例1と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、 $-15 \sim -20$ kPaで3ヶ月間安定であった。3ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は0.56kgであり、付着量が少ないことがわかった。

[0041] (実施例6)

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を1つの小束当たり110本中空糸膜を束ね、小束の数を30とし、小束同士の間隔は3.0mmとして、各々の小束を同心円上、且つカートリッジヘッド中心からすべての円周方向に小束が存在するように配列した(図4(f))。そのような配列とした以外は実施例1と同様に膜分離装置を作製した。

また実施例1と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、 $-15 \sim -20$ kPaで3ヶ月間安定であった。3ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は0.52kgであり、付着量が極めて少ないことがわかった。

[0042] (比較例1)

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面における中空糸膜の配列を図4(g)に示すように小束に分割せず、単一の束構造とした以外は実施例1と同様に膜分離

装置を作製し、同じろ過条件で活性汚泥槽で運転・評価した。

この時の、膜間差圧は、14日で急激に上昇し、 -80kPa まで達してポンプ吸引が不可能になった。実施例1と同じく、3ヶ月間の運転期間後の活性汚泥槽の濃度MLSSは、平均 10000mg/l であり、平均温度は 25°C であった。活性汚泥の原水には、実施例1と同じ、平均BODは 150mg/l 、SSが 160mg/l である都市下水を用いた。

運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は 10.1kg であり、著しく付着物重量が大きいことがわかった。

産業上の利用可能性

[0043] 本発明の中空糸膜カートリッジは、加圧式又は吸引式のタンク型濾過装置、あるいは浸漬型濾過装置に装着されて用いられる。更に詳しくは、本発明の中空糸膜カートリッジは、河川水、湖沼水、地下水、海水、生活排水、工場排水、下水二次処理水等の原水について除濁、除菌を行う濾過装置、あるいは活性汚泥の固液分離を膜で行う膜分離活性汚泥装置のために用いられる。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]本発明による中空糸膜カートリッジの実施形態の一例を示す断面説明図である。

[図2]本発明による膜分離装置の実施形態の一例を示す断面説明図である。

[図3]本発明による膜分離装置におけるカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面の中空糸膜の小束配列の例を示す模式図である。

[図4]実施例1の膜分離装置におけるカートリッジヘッド側接着固定のろ過部界面の中空糸膜の小束配列の例を示す模式図である。

符号の説明

- [0045]
- 1 中空糸膜束
 - 2 カートリッジヘッド
 - 3 下部リング
 - 4 カートリッジ側接着固定層
 - 5 下部リング側接着固定層

- 6 カートリッジヘッド側接着固定層端面
- 7 下部リング側接着固定層端面
- 8 貫通穴
- 9 下部リング側端部
- 10 小束
- 11 側芯棒
- 12 ろ過部
- 13 カートリッジ側接着固定層のろ過部界面
- 14 下部リング側接着固定層のろ過部界面
- 15 膜分離装置
- 16 容器
- 17 流入口
- 18 中空糸膜カートリッジ
- 19 曝気用気体噴出口
- 20 処理水出口
- 21 曝気用気体導入管

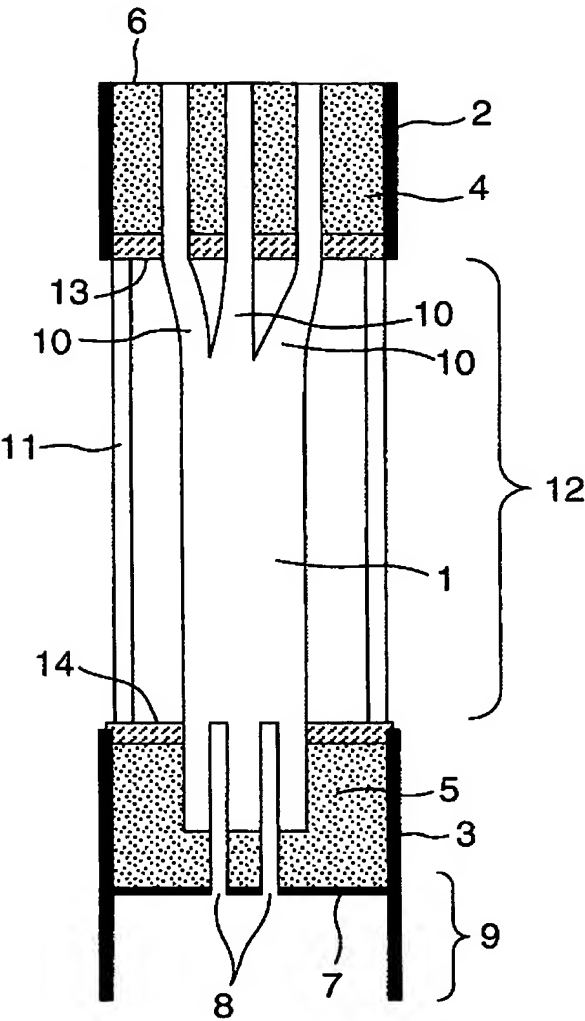
請求の範囲

- [1] 複数本の中空糸膜からなり両端部が接着固定層で接着固定された1つ又は複数の中空糸膜束と、該中空糸膜束の一方の端部外周に液密に固定されたカートリッジヘッドと他方の端部の外周に固定された下部リングとを有する中空糸膜カートリッジであって、
- カートリッジヘッド側の端部において中空糸膜の中空部が開口し、下部リング側接着固定層内において中空糸膜の中空部が封止され、下部リング側接着固定層に複数の貫通穴が設けられ、貫通穴が中空糸膜束内に配置され、下部リングの端部が下部リング側接着固定層の端面より突き出しており、かつ、少なくとも一部の中空糸膜束はカートリッジヘッド側接着固定層において2つ以上の複数の小束に分割されている、
- 上記中空糸膜カートリッジ。
- [2] 前記少なくとも一部の中空糸膜束は、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側接着固定層に向かう途中で、2つ以上の複数小束に分割されている、請求項1記載の中空糸膜カートリッジ。
- [3] カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の小束は、各々の小束内においては最近接する中空糸膜同士間の距離が2mm未満であり、中空糸膜本数が10本以上1000本以下であり、最近接する小束同士の距離は2mm以上、100mm以下である、請求項1記載の中空糸膜カートリッジ。
- [4] カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の各々の小束は1あるいは複数の同心円上に配置される、請求項1記載の中空糸膜カートリッジ。
- [5] カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の同心円の中心部から外周部に向かう全ての方向において中空糸膜束が存在する、請求項4記載の中空糸膜カートリッジ。
- [6] カートリッジヘッド側および下部リング側接着固定層のろ過部側界面を形成する樹脂の硬度(JISK6253、ISO7619に準じて測定)が、20A以上、90A以下である、請求項1記載の中空糸膜カートリッジ。
- [7] 流入口を持った容器内部に、請求項1から6のいずれか1項に記載の中空糸膜カ

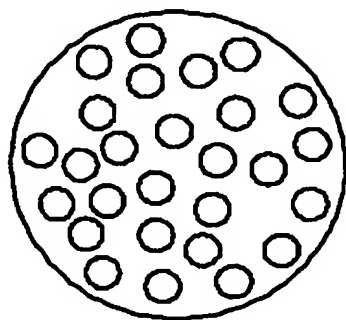
ートリッジを垂直に配列し、ろ過及び／または逆洗中に下部リング側接着固定層にある複数の貫通穴を通過して中空糸膜を揺動せしめる気体を噴出する気体導入口を中空糸膜カートリッジの下部リングの下方に設けた、膜分離装置。

- [8] 被処理原水を容器内に流入させて、容器内部に垂直方向に配列した請求項1から6のいずれか1項に記載の中空糸膜カートリッジの下部リングの下方より曝気を行いながら吸引ろ過、逆洗を行なうことを含む、膜分離方法。

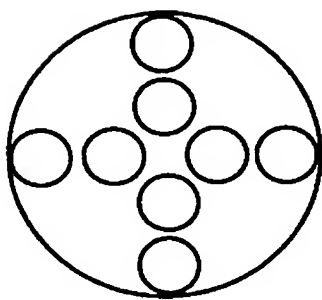
[図1]



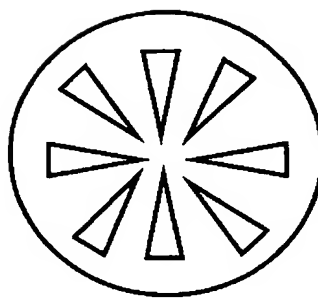
[図3]



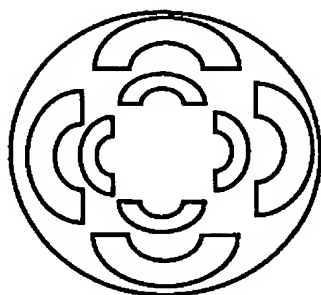
(a)



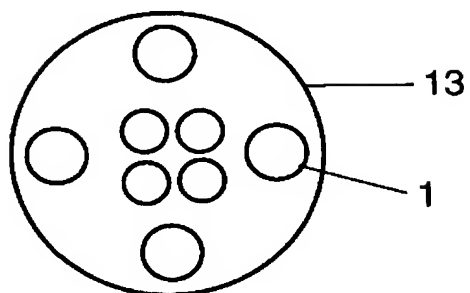
(b)



(c)

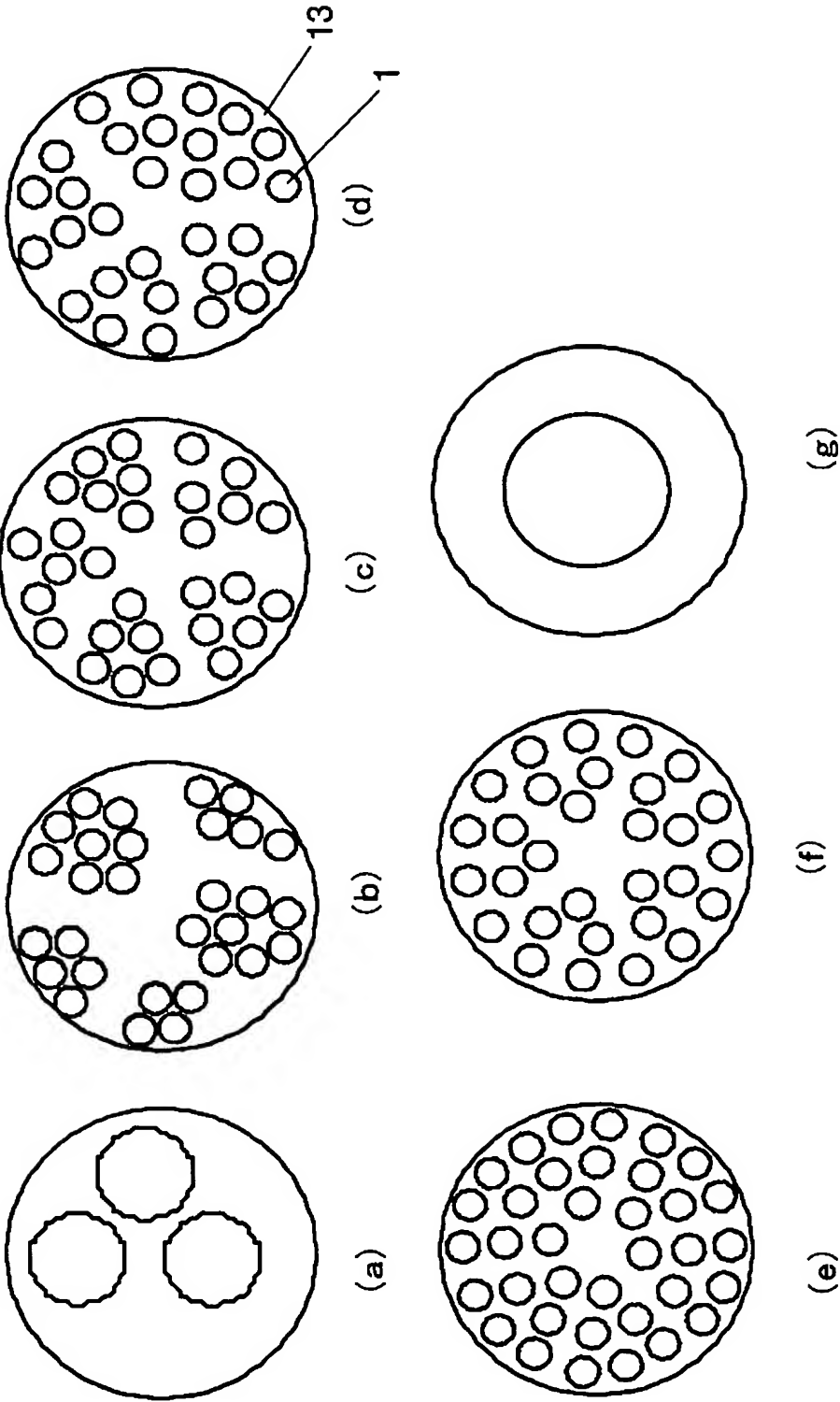


(d)



(e)

[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008334

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B01D63/02, B01D65/08, C02F1/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B01D61/00-71/82, C02F1/44, C02F3/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | WO 2002/004101 A1 (Asahi Kasei Corp.), 17 January, 2002 (17.01.02), Full text & EP 1310291 A1 & CN 1441692 A & AU 6949801 A | 1-8 |
| A | JP 4-46170 B2 (Toshiba Corp.), 29 July, 1992 (29.07.92), Claim 1 (Family: none) | 1-8 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 August, 2004 (09.08.04)

Date of mailing of the international search report

24 August, 2004 (24.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B 01 D 63/02、B 01 D 65/08、C 02 F 1/44

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B 01 D 61/00-71/82、C 02 F 1/44、C 02 F 3/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|-----------|
| 日本国実用新案公報 | 1926-1996 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| A | WO 2002/004101 A1 (旭化成株式会社), 2002. 01. 17, 全文, & EP 1310291 A1 & CN 1441692 A & AU 6949801 A | 1-8 |
| A | JP 4-46170 B2 (株式会社東芝), 1992. 07. 29, 請求項1, (ファミリーなし) | 1-8 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 08. 2004

国際調査報告の発送日

24. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

目代 博茂

4D

9630

電話番号 03-3581-1101 内線 3421